

Docket No.: 60188-655

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Takahiro YAMAMOTO, et al.	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: September 16, 2003	:	Examiner:
	:	
For: IMAGE CODING METHOD AND APPARATUS	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

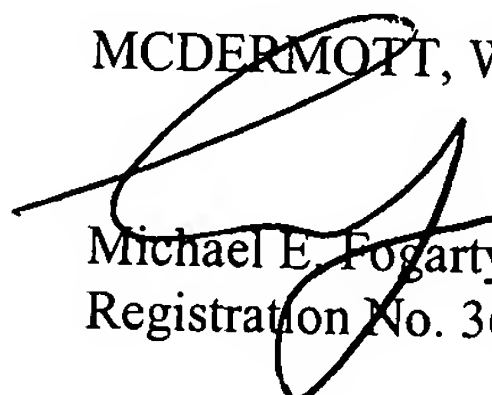
Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:
Japanese Patent Application No. 2002-277191, filed September 24, 2002
cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: September 16, 2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

60188-655
YAMAMOTO et al
September 16, 2003
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年 9月24日

出願番号
Application Number:

特願2002-277191

[ST.10/C]:

[JP2002-277191]

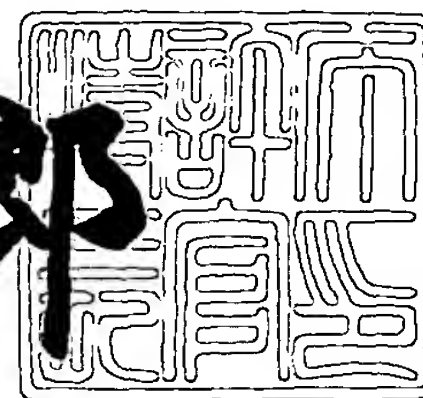
出願人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 6月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048707

【書類名】 特許願

【整理番号】 5038030075

【提出日】 平成14年 9月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 7/50

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山本 孝大

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 北村 臣二

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像符号化方法および画像符号化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動画像を符号化する画像符号化方法であって、
符号化対象の現画像について、参照画像を用いて、動きベクトルを検出する第 1 のステップと、

前記参照画像に対して、前記動きベクトルを用いて、動き補償を行う第 2 のステップと、

前記現画像と、動き補償後の前記参照画像との差分を、直交変換、量子化および可変長符号化を用いて、符号化する第 3 のステップとを備え、

前記第 1 のステップにおいて、

前記現画像と前記参照画像とに対して、実質的に同等の周波数変換を行い、この周波数変換によって生成した縮小画像同士を用いて、動きベクトルの検出を行う

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記直交変換は、DCT である

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 3】 請求項 1 において、

前記可変長符号化は、ハフマン符号化である

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 4】 請求項 1 において、

前記周波数変換は、ウェーブレット変換である

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 5】 請求項 1 において、

前記第 1 のステップにおいて、

検出された動きベクトルを暫定的に用い、元の前記現画像について、元の前記参照画像を参照して、最終的な動きベクトルを求める

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 6】 請求項 1 において、

前記第 1 のステップにおいて、動きベクトルが、探索範囲内で検出されなかったとき、

前記第 3 のステップを実行せず、前記現画像を、イントラ符号化することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 7】 請求項 1 において、

前記第 1 のステップにおいて、

動きベクトルが、探索範囲内で検出されなかったとき、

前記周波数変換を、探索範囲内に動きベクトルが検出されるまで、繰り返し実行する

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 8】 請求項 7 において、

前記第 1 のステップにおいて、前記周波数変換を所定の上限回数だけ繰り返し実行した後、動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったとき、

前記第 3 のステップを実行せず、前記現画像を、イントラ符号化することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 9】 請求項 8 において、

前記第 3 のステップにおいて符号化された符号化データの符号量を測定する第 4 のステップを備え、

前記第 1 のステップにおける所定の上限回数を、前記第 4 のステップにおいて測定した符号量に応じて、設定することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 10】 請求項 1 において、

前記第 1 のステップにおいて、

前記現画像および参照画像に対して、周波数変換を行うか否かを判断し、

行わないと判断したときは、元の前記現画像について、元の前記参照画像を参照して、動きベクトルを検出する

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 11】 請求項 10 において、

前記第 1 のステップにおいて、

前記現画像について、前記参照画像を参照して、動きベクトルの検出を行い、

この動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったとき、周波数変換を行うものと判断する

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 において、

前記第 1 のステップにおける前記判断を、

前記現画像よりも時間的に前の画像について、動きベクトル検出における周波数変換の有無を検知し、この周波数変換の有無に基づいて、行う

ことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 1 3】 動画像を符号化する画像符号化装置であって、

符号化対象の現画像について、参照画像を用いて、動きベクトルを検出する動き検出ブロックと、

前記参照画像に対して、前記動き検出ブロックによって検出された動きベクトルを用いて、動き補償を行う動き補償部と、

前記現画像と、動き補償後の前記参照画像との差分を、直交変換、量子化および可変長符号化を用いて、符号化する符号化ブロックとを備え、

前記動き検出ブロックは、

前記現画像に対して第 1 の周波数変換を行い、第 1 の縮小画像を生成する第 1 の周波数変換部と、

前記参照画像に対して、前記第 1 の周波数変換と実質的に同等の第 2 の周波数変換を行い、第 2 の縮小画像を生成する第 2 の周波数変換部とを備え、

前記第 1 の縮小画像について、前記第 2 の縮小画像を参照して、動きベクトルを検出可能に構成されている

ことを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 において、

前記動き検出ブロックは、

当該装置外部から、周波数変換の上限回数を設定可能なカウンタを備え、

前記第 1 および第 2 の周波数変換部は、一の現画像または参照画像に対する第

1 または第 2 の周波数変換の繰り返し回数が、前記カウンタに設定された上限回数に、制限されている

ことを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 3 において、

前記動き検出ブロックは、

動きベクトル検出を、前記第 1 の縮小画像について行うか、または、元の前記現画像について行うかを、切り替え可能に構成されている

ことを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 において、

前記第 1 および第 2 の周波数変換部は、当該動き検出ブロックが、前記現画像について動きベクトル検出を行うとき、その動作を停止する

ことを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 5 において、

前記符号化ブロックから出力された符号化データを一時的に蓄積するバッファメモリと、

前記バッファメモリに蓄積された符号量を監視し、この符号量を基にして、前記動き検出ブロックに、動きベクトル検出を前記第 1 の縮小画像について行うか、または、元の前記現画像について行うかを、指示する制御部とを備えたことを特徴とする画像符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空間的冗長性を利用したフレーム内予測符号化（イントラ符号化）と時間的冗長性を利用したフレーム間予測符号化（インター符号化）とを適宜に切り替えて符号化を行う動画像符号化に関するものであり、特に、動きの激しい映像に対しても符号化効率の向上を実現する技術に属する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 8 は従来の画像符号化装置（エンコーダ）の構成例を示すブロック図、図 9

はフレーム間予測符号化（インター符号化）を概念的に示す図である。図 8 において、画像入力部 5 1 から入力された画像信号はフレームメモリ 5 2 に一旦蓄えられる。イントラ符号化の場合は、1 フレーム分の画像データに対して、DCT（DCT 部 5 3）、量子化（量子化部 5 4）およびハフマン符号化（ハフマン符号化部 5 5）を行い、同一フレーム内の空間的冗長性を利用した符号化を行う。このとき、量子化されたストリームデータについて逆量子化（逆量子化部 5 6）5 6 および逆 DCT（逆 DCT 部 5 7）を施し、予測参照画像フレームとしてフレームメモリ 5 8 に保存する。

【 0 0 0 3 】

一方、インター符号化の場合は、フレームメモリ 5 8 に保存された参照画像フレーム（図 9（a））とフレームメモリ 5 2 に保存された現画像フレーム（図 9（b））とを動き検出部 5 9 で比較し、動きベクトルをマクロブロック毎またはフレーム毎に求める（図 9（c））。そして、参照画像フレームに対して、この動きベクトルを用いて動き補償部 6 0 において動き補償を行って参照フレームを作成し（図 9（d））、現画像フレームとの差分（図 9（e））を DCT、量子化およびハフマン符号化して伝送する。また検出された動きベクトルについても、ハフマン符号化して伝送する。このとき、量子化された差分データについて逆量子化および逆 DCT を施し、動き補償部 6 0 から出力される動き補償予測データと加算してフレームメモリ 5 8 に保存する。このデータは、次フレームの予測参照画像フレームとなる（図 9（f））。

【 0 0 0 4 】

そして、従来の技術では、画像信号を離散ウェーブレット変換し、この画像信号に基づいて画像の動きを検出し、この画像の動きから、前記画像信号の領域を指定してその領域に応じて、量子化および符号化を行うものがある。これにより、入力された画像信号に基づいて、高能率符号化する画像領域を自動的に選択して符号化できる（例えば特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 1 1 9 6 9 7 号公報

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、動きベクトルを求める際には、参照画像において、動きベクトルを求めるマクロブロック（例えば 16×16 画素）の周辺に探索範囲（例えば 48×48 画素）を設定し、マクロブロックを動かしながら、画素毎の差分の絶対値和が最小となる位置（相関度が最も高い位置）を検索し、これを動きベクトルの終端として検出する。

【 0 0 0 7 】

そして、画像の動きが激しいために、探索範囲内で動きベクトルが検出できない場合（いずれの評価値も所定値を下回らない場合）には、「インター符号化を用いなくて、符号量の多くなるイントラ符号化を行う」か、または「評価値が最小となる動きベクトルをとりあえず求め、その動きベクトルを用いてインター符号化を行う」ことになる。

【 0 0 0 8 】

ところが、前者の場合には、イントラ符号化は独立したフレーム内における空間的冗長性を利用して符号化するために、インター符号化よりも符号化効率が悪いので、符号量が大幅に増大する。また、後者の場合でも、動きベクトルの精度が低いため、現フレームと予測フレームとの差が大きくなり、同様に符号量が増大してしまう。すなわち、いずれの方法を用いても符号量は増大し、符号化効率の低下を招く。このため、符号化効率を高めるためには、例えば量子化ステップを大きくして、画質に影響を及ぼす情報まで削除しなければならないことになり、画質の低下という問題を招いていた。

【 0 0 0 9 】

また、動きが激しい映像についても動きベクトル検出を可能にするためには、探索範囲をより広く設定すればよいが、この場合には、探索範囲が大きくなるにつれて、相関度の評価値（画素差分の絶対値和）を求める計算量が大幅に増加してしまい、処理量の増大を招くことになる。

【 0 0 1 0 】

このように、MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4 等の動画像圧縮にフ

レーム間予測符号化を用いる場合には、シーンチェンジ等で動きが激しくなったとき、符号量の増大、画質の低下、または探索範囲の拡大による処理量の増加を招くことになり、このため、低ビットレートでの符号化は困難であった。

【 0 0 1 1 】

前記の問題に鑑み、本発明は、動画像の画像符号化において、処理量の増大を抑制しつつ、動きベクトル検出のマッチング精度を向上させて、画質を低下させることなく符号化効率を向上させることを課題とする。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

前記の課題を解決するために、本発明が講じた解決手段は、動画像を符号化する画像符号化方法として、符号化対象の現画像について、参照画像を用いて、動きベクトルを検出する第1のステップと、前記参照画像に対して、前記動きベクトルを用いて、動き補償を行う第2のステップと、前記現画像と、動き補償後の前記参照画像との差分を、直交変換、量子化および可変長符号化を用いて、符号化する第3のステップとを備え、前記第1のステップにおいて、前記現画像と前記参照画像とに対して、実質的に同等の周波数変換を行い、この周波数変換によって生成した縮小画像同士を用いて、動きベクトルの検出を行うものである。

【 0 0 1 3 】

本発明によると、動きベクトル検出において、現画像と参照画像とに対して実質的に同等の周波数変換を行い、この周波数変換によって生成した縮小画像同士を用いて、動きベクトルの検出を行う。これにより、動き検出を行う探索範囲が見かけ上広げられ、より広範囲での動きベクトル検出が可能となり、かつ、単に探索範囲を広げるのではないために処理量の増大を招くことはない。このため、シーンチェンジ等で画像の動きが大きい場合でも、動き検出のマッチング精度が向上し、画質が向上するとともに、動き検出を断念して符号量が大きいイントラ符号化を行う確率が大幅に低下する。したがって、画質を低下させることなく符号化効率を向上させることができ、高画質を保ちつつ低ビットレートでの符号化を実現することができる。

【 0 0 1 4 】

そして、前記本発明に係る画像符号化方法における直交変換は、DCTであるのが好ましい。

【0015】

また、前記本発明に係る画像符号化方法における可変長符号化は、ハフマン符号化であるのが好ましい。

【0016】

また、前記本発明に係る画像符号化方法における周波数変換は、ウェーブレット変換であるのが好ましい。

【0017】

また、前記本発明に係る画像符号化方法における第1のステップにおいて、検出された動きベクトルを暫定的に用い、元の前記現画像について、元の前記参照画像を参照して、最終的な動きベクトルを求めるのが好ましい。

【0018】

また、前記本発明に係る画像符号化方法において、前記第1のステップにおいて、動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったとき、前記第3のステップを実行せず、前記現画像をイントラ符号化するのが好ましい。

【0019】

また、前記本発明に係る画像符号化方法における第1のステップにおいて、動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったとき、前記周波数変換を、探索範囲内に動きベクトルが検出されるまで繰り返し実行するのが好ましい。

【0020】

さらに、前記第1のステップにおいて、前記周波数変換を所定の上限回数だけ繰り返し実行した後、動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったとき、前記第3のステップを実行せず、前記現画像をイントラ符号化するのが好ましい。

【0021】

さらに、前記第3のステップにおいて符号化された符号化データの符号量を測定する第4のステップを備え、前記第1のステップにおける所定の上限回数を、前記第4のステップにおいて測定した符号量に応じて設定するのが好ましい。

【0022】

また、前記本発明に係る画像符号化方法における第1のステップにおいて、前記現画像および参照画像に対して周波数変換を行うか否かを判断し、行わないと判断したときは、元の前記現画像について、元の前記参照画像を参照して、動きベクトルを検出するのが好ましい。

【0023】

さらに、前記第1のステップにおいて、前記現画像について、前記参照画像を参照して動きベクトルの検出を行い、この動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったとき、周波数変換を行うものと判断するのが好ましい。

【0024】

あるいは、前記第1のステップにおける前記判断を、前記現画像よりも時間的に前の画像について、動きベクトル検出における周波数変換の有無を検知し、この周波数変換の有無に基づいて行うのが好ましい。

【0025】

また、本発明が講じた解決手段は、動画像を符号化する画像符号化装置として、符号化対象の現画像について、参照画像を用いて、動きベクトルを検出する動き検出ブロックと、前記参照画像に対して、前記動き検出ブロックによって検出された動きベクトルを用いて、動き補償を行う動き補償部と、前記現画像と、動き補償後の前記参照画像との差分を、直交変換、量子化および可変長符号化を用いて、符号化する符号化ブロックとを備え、前記動き検出ブロックは、前記現画像に対して第1の周波数変換を行い、第1の縮小画像を生成する第1の周波数変換部と、前記参照画像に対して、前記第1の周波数変換と実質的に同等の第2の周波数変換を行い、第2の縮小画像を生成する第2の周波数変換部とを備え、前記第1の縮小画像について、前記第2の縮小画像を参照して、動きベクトルを検出可能に構成されているものである。

【0026】

本発明によると、動き検出ブロックにおいて、第1および第2の周波数変換部によって、現画像と参照画像とに対して実質的に同等の周波数変換が行われ、この周波数変換によって生成した第1の縮小画像について、第2の縮小画像を参照して、動きベクトルが検出可能である。これにより、動き検出を行う探索範囲が

見かけ上広げられ、より広範囲での動きベクトル検出が可能となり、かつ、単に探索範囲を広げるのではないために処理量の増大を招くことはない。このため、シーンチェンジ等で画像の動きが大きい場合でも、動き検出のマッチング精度が向上し、画質が向上するとともに、動き検出を断念して符号量が大きいイントラ符号化を行う確率が大幅に低下する。したがって、画質を低下させることなく符号化効率を向上させることができ、高画質を保ちつつ低ビットレートでの符号化を実現することができる。

【 0 0 2 7 】

そして、前記本発明に係る画像符号化装置における動き検出ブロックは、当該装置外部から、周波数変換の上限回数を設定可能なカウンタを備え、前記第 1 および第 2 の周波数変換部は、一の現画像または参照画像に対する第 1 または第 2 の周波数変換の繰り返し回数が、前記カウンタに設定された上限回数に制限されているのが好ましい。

【 0 0 2 8 】

また、前記本発明に係る画像符号化装置における動き検出ブロックは、動きベクトル検出を、前記第 1 の縮小画像について行うか、または、元の前記現画像について行うかを、切り替え可能に構成されているのが好ましい。

【 0 0 2 9 】

さらに、前記第 1 および第 2 の周波数変換部は、当該動き検出ブロックが、前記現画像について動きベクトル検出を行うとき、その動作を停止するのが好ましい。

【 0 0 3 0 】

あるいは、前記符号化ブロックから出力された符号化データを一時的に蓄積するバッファメモリと、前記バッファメモリに蓄積された符号量を監視し、この符号量を基にして、前記動き検出ブロックに、動きベクトル検出を前記第 1 の縮小画像について行うか、または、元の前記現画像について行うかを、指示する制御部とを備えているのが好ましい。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0032】

なお、以下の説明では、説明を容易にするために、動きベクトルの検索対象となるマクロブロックを (16×16) 画素、従来の検索範囲を (48×48) 画素とするが、本発明において、マクロブロックの画素数および動きベクトルの探索範囲とも、これに限られるものではない。

【0033】

(第1の実施形態)

図1は本発明の第1の実施形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。図1において、画像入力部11から入力された画像信号はフレームメモリ12に一旦格納される。イントラ符号化の場合は、フレームメモリ12に格納された画像信号は、DCT部13、量子化部14およびハフマン符号化部15によって符号化され、符号データとして伝送される。このとき、量子化部14から出力されたフレームデータは、逆量子化部16および逆DCT部17によって復号され、フレームメモリ18に保存される。一方、インター符号化の場合は、フレームメモリ12に格納された画像信号は、動き補償後の参照画像、すなわちフレームメモリ18に保存された参照画像を動き補償部19によって動き補償した画像との差分がとられ、その差分画像が、DCT部13、量子化部14およびハフマン符号化部15によって符号化され、符号データとして伝送される。DCT部13、量子化部14およびハフマン符号化部15によって、符号化ブロックが構成されている。なお、DCTの代わりに他の直交変換手法を用いてもよいし、ハフマン符号化の代わりに他の可変長符号化手法を用いてもよい。

【0034】

動き検出ブロック20はフレームメモリ12に格納された符号化対象の現画像I1について、フレームメモリ18に格納された参照画像I2を用いて、動きベクトルMVを検出する。図1の構成では、動き検出ブロック20は、第1の周波数変換部としての第1のウェーブレット変換部21と、第2の周波数変換部としての第2のウェーブレット変換部22と、動き検出部23と、周波数変換の繰り返し回数ULが設定されるカウンタ24とを備えている。

【 0 0 3 5 】

図 2 を用いて、動き検出にウェーブレット変換を用いることによる効果について説明する。図 2 (a) は現画像におけるマクロブロック MB と参照画像における探索範囲 SA との関係を示す。マクロブロック MB は (16×16) 画素であり、探索範囲 SA は (48×48) 画素で 9 個のマクロブロックから構成されている。いま、動きベクトル MV 1 は探索範囲 SA を超えており、探索範囲 SA 内では検出されなかったものとする。

【 0 0 3 6 】

この場合、図 2 (b) に示すように、現画像と参照画像とに対してそれぞれウェーブレット変換を行う。ウェーブレット変換によって、画像はマクロブロック単位で帯域分割され、水平および垂直成分について低域成分 (LL) のみを抽出すると、各マクロブロックは (8×8) 画素のブロックに縮小され、現画像のマクロブロック MB も縮小マクロブロック MB R に変換される。これにより、従来の探索エリア SA における動き検出のために必要となる処理量 (例えば画素差分の絶対値和の算出) は、事実上 $1/4$ に低減される。言いかえると、従来と同一の処理量によって、探索範囲は 4 倍大きくとれることになる。

【 0 0 3 7 】

すなわち、図 2 (b) に示すように、元の探索範囲 SA を水平方向に 2 倍、垂直方向に 2 倍した (96×96) 画素の探索範囲 NS A について、動き検出が可能になる。新たな探索範囲 NS A の大きさは、図 2 (c) に示すように、実質的には元の探索範囲 SA と同一の (48×48) 画素である。そして、処理量は全く同等である。

【 0 0 3 8 】

このように、動き検出にウェーブレット変換を用いることによって、探索範囲を見かけ上広げることができるので、処理量の増加を招くことなく、従来よりも広い範囲での探索が可能になり、これにより、動きベクトルのマッチング誤差が軽減される。このため、動き補償を精度良く行うことができるので、従来よりも予測フレームとの誤差を軽減でき、したがって、符号量の増加が抑制され、低ビットレートでの符号化が可能になる。

【 0 0 3 9 】

また、ウェーブレット変換は、何回か繰り返して実行してもよい。これにより、動きベクトルの探索範囲を見かけ上さらに広げることができ、動きの激しい画像に対しても、より確実に動きベクトルの検出が可能となり、符号化効率の悪いイントラ符号化を用いる頻度が低下するので、低ビットレートでの符号化を実現できる。

【 0 0 4 0 】

ただし、ウェーブレット変換を何回か繰り返した場合、探索範囲が広がる一方で、探索対象となるマクロブロックの画素数も小さくなるため、繰り返し回数を増やしすぎると、動きベクトルの検索精度が逆に劣化する。

【 0 0 4 1 】

図 3 において、(a) に示すように、元々は (16×16) 画素のマクロブロック MB と (48×48) 画素の探索範囲 SA とで動き検出を行うものが、ウェーブレット変換を 1 回実行することによって、(b) に示すように、 (8×8) 画素の縮小マクロブロック MB R 1 と見かけ上 (96×96) 画素の探索範囲 N S A 1 とで動き検出が行われる。さらに、ウェーブレット変換を行う (計 2 回) ことによって、(c) に示すように、 (4×4) 画素の縮小マクロブロック MB R 2 と見かけ上 (192×192) 画素の探索範囲 N S A 2 とで動き検出が行われる。

【 0 0 4 2 】

すなわち、ウェーブレット変換を n 回行った場合、見かけ上の探索範囲は $4n$ 倍に広がる一方で、マクロブロックの画素サイズが $1/4n$ 倍に縮小される。このため、変換回数 n を増やしすぎると、動きベクトルの検出精度がかえって低下し、ミスマッチングから画質も劣化する。そこで、ウェーブレット変換を繰り返し行う場合でも、その繰り返し回数に上限を定めておくのが好ましい。このために、本実施形態では、ウェーブレット変換の上限回数 UL を設定可能なカウンタ 24 を設けている。

【 0 0 4 3 】

図 4 は本実施形態における動き検出ブロック 20 の動作を示すフローチャート

である。図4に示すように、まず、動き検出部23が現画像I1と参照画像I2とでマッチングを行い、動きベクトル検出を行う(S11)。そして、探索範囲内で動きベクトルが検出されたときは(S12でYes)、さらに、半画素単位の動きベクトル検出(ハーフペル探索)を行い(S17)、ここで検出された動きベクトルMVを動き補償部19に与えて、処理を終了する。

【0044】

一方、ステップS12で、探索範囲内で動きベクトルが検出されていないと判断されたときは、ステップS13以降の処理に進む。なお、探索範囲内で動きベクトルが検出されたか否かの判断は、マッチングにおいて得られた相関度の評価値(例えば差分の絶対値和)と、所定の閾値との比較によって行う。すなわち、いずれの評価値も所定の閾値を超えている場合、探索範囲内で動きベクトルが検出されていないと判断する。

【0045】

ステップS13では、現画像I1と参照画像I2についてウェーブレット変換を行う。すなわち、第1のウェーブレット変換部21が現画像I1に対してウェーブレット変換を行い、第1の縮小画像RI1を生成するとともに、第2のウェーブレット変換部22が参照画像I2に対してウェーブレット変換を行い、第2の縮小画像RI2を生成する。そして、動き検出部23が第1の縮小画像RI1と第2の縮小画像RI2とでマッチングを行い、動きベクトル検出を行う(S14)。

【0046】

そしてステップS15において、探索範囲内で動きベクトルが検出されているか否かを判断し、検出されているときは(Yes)、この動きベクトルを暫定的に用いて、最終的な動きベクトルの位置をある程度推定した上で、ウェーブレット変換していない元の画像を用いて、整数画素単位の動きベクトル検出(フルペル探索)S16および半画素単位の動きベクトル検出(ハーフペル探索)S17を動き検出部23によって実行する。ここで、ウェーブレット変換後の縮小画像から得た動きベクトルを、最終的なものとして用いないで、あらためて元の画像を用いた動きベクトル検出を行うようにしたのは、ウェーブレット変換によって

得られたLL成分の画像は、水平垂直方向にサブサンプリングされた画像であるため、従来の画素探索手法と比較すると、精度が劣化している可能性があるからである。すなわち、元の画像を用いた動きベクトル検出をあらためて行うことによって、検出精度の高い動きベクトルを確実に求めることができる。すなわち、 n 回（ n ：整数）のウェーブレット変換で求めた動きベクトルは、 2^n 画素単位の動きベクトルでしかないために精度が悪い。そこで、求めた動きベクトルから現画像と参照画像とを読み出し、1画素あるいは半画素単位で、画素差分の和が小さい所を検出し、動きベクトルを求める。

【 0 0 4 7 】

一方、ウェーブレット変換しても探索範囲内で動きベクトルが検出できなかったときは（S 1 5でN o）、再度、ウェーブレット変換を行い、動きベクトル検出を行う（S 1 3， S 1 4）。第1および第2のウェーブレット変換部2 1， 2 2は、ウェーブレット変換を複数回繰り返し実行できるように、変換結果を一時的に記憶するためのメモリ2 1 a， 2 2 aをそれぞれ備えている。動き検出部2 3はウェーブレット変換の再実行を制御信号SC 1， SC 2によって第1および第2のウェーブレット変換部2 1， 2 2に指示する。すなわち、ウェーブレット変換を繰り返し実行することによって、動きの激しい画像に対しても、より確実に動きベクトルの検出が可能となる。このため、符号化効率の悪いイントラ符号化を用いる頻度が低下するので、低ビットレートでの符号化が実現できる。

【 0 0 4 8 】

ウェーブレット変換を繰り返しても探索範囲内で動きベクトルが検出できず、繰り返し回数が上限値ULに達したときは（S 1 8でY e s）、現画像の動きはきわめて大きいと判断し、イントラ符号化するものと判断する（S 1 9）。上限値ULはカウンタ2 4に設定されており、第1および第2のウェーブレット変換部2 1， 2 2は繰り返し回数が上限値ULに達したとき、エラー信号ER 1， ER 2を動き検出部2 3に送る。動き検出部2 3はその後、制御信号SC 3によってスイッチSWをOFFにし、これによりイントラ符号化が実行される。

【 0 0 4 9 】

なお、カウンタ2 4は、装置外部から、ウェーブレット変換の上限回数ULが

設定可能に構成されている。このため、例えば、ユーザーが画質を見ながらウェーブレット変換回数の上限值を調整することも可能である。

【 0 0 5 0 】

以上のように本実施形態によると、現画像と参照画像についてウェーブレット変換を行うことによって、処理量を増やすことなく、動きベクトルの探索範囲を見かけ上広げることができる。これにより、より広範囲での動きベクトル検出が可能となり、シーンチェンジ等で画像の動きが大きい場合でも、動き検出のマッチング精度が向上し、画質が向上するとともに、動き検出を断念して符号量が大いイントラ符号化を行う確率が大幅に低下する。したがって、画質を低下させることなく符号化効率を向上させることができ、高画質を保ちつつ低ビットレートでの符号化を実現することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、本実施形態では、現画像での動きベクトル検出の結果、探索範囲内に動きベクトルが検出されなかったときにウェーブレット変換を行うものとしたが、このような判断をせずに、最初からウェーブレット変換を行うようにしてもよい。すなわち、ステップ S 1 1， S 1 2 を省いてもよい。

【 0 0 5 2 】

また、探索範囲内で動きベクトルが検出されるまでウェーブレット変換を繰り返し行うものとしたが、一度だけ行って、探索範囲内で動きベクトルが検出されないときはイントラ符号化するようにしてもよい。すなわち、ステップ S 1 8 を省いてもよい。

【 0 0 5 3 】

また、ウェーブレット変換後に検出された動きベクトルを、そのまま最終的な動きベクトル MV として用いてもかまわない。すなわち、ステップ S 1 6， S 1 7 を省いてもよい。

【 0 0 5 4 】

また、ウェーブレット変換を繰り返し実行する場合に、その都度、フレームメモリ 1 2， 1 8 をアクセスして、複数回のウェーブレット変換を一気に行うようにしてもよい。この場合には、変換結果を一時格納するためのメモリ 2 1 a， 2

2 a を第 1 および第 2 のウェーブレット変換部 2 1, 2 2 に設ける必要はない。

【 0 0 5 5 】

(第 2 の実施形態)

図 5 は本発明の第 2 の実施形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。図 5 では、図 1 と共通の構成要素には図 1 と同一の符号を付しており、ここではその詳細な説明を省略する。図 5 の構成では、ハフマン符号化部 1 5 の処理後の符号量（ビットストリーム量）をカウントするビットレートカウンタ 3 1 が設けられており、動き検出ブロック 2 0 A におけるウェーブレット変換の繰り返し回数が、ビットレートカウンタ 3 1 の出力によって制御され、これによって、符号量のレート制御を実現している。

【 0 0 5 6 】

通常、ビットレートを下げる場合は、量子化係数を大きくするが、この場合には画質が劣化する可能性がある。これに対して本実施形態では、動きベクトルの検出確率を上げることによってイントラ符号化の割合を下げ、これによってビットレートを下げる。ビットストリームカウンタ 3 1 は、外部から、ユーザーが所望する符号量の上限值および下限値を設定するための制御信号 B R が入力可能に構成されている。

【 0 0 5 7 】

すなわち、画像の動きが激しいために、ハフマン符号化後のビットストリームが上限値を超えているときは、ビットストリームカウンタ 3 1 はウェーブレット変換部 2 1, 2 2 に対し、ウェーブレット変換の繰り返し回数を大きくするように制御する。

【 0 0 5 8 】

ユーザーは、符号化効率を上げたい場合（低ビットレートでの符号化を行う場合）は、制御信号 B R によって、符号量の上限値をより小さい値に設定すればよいし、符号化効率を下げて画質を少しでも良くしようとする場合は、制御信号 B R によって、符号量の下限値をより大きい値に設定すればよい。

【 0 0 5 9 】

このように本実施形態によると、ユーザーが外部から符号量の制限値を入力す

ることによって、ビットストリームのレート制御を行うことができる。また、通常は量子化ステップ値の調整によって行われるレート制御を、動き検出におけるウェーブレット変換の繰り返し回数の制御によって、行うことができる。

【 0 0 6 0 】

(第 3 の実施形態)

図 6 は本発明の第 3 の実施形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。図 6 においても、図 1 と共通の構成要素には図 1 と同一の符号を付しており、ここではその詳細な説明を省略する。図 6 の構成では、動き検出ブロック 2 0 B は、現画像 I 1 または第 1 のウェーブレット変換部 2 1 から出力された縮小画像 R I 1 のいずれかを選択出力する第 1 のセレクタ 2 5 と、参照画像 I 2 または第 2 のウェーブレット変換部 2 2 から出力された縮小画像 R I 2 のいずれかを選択出力する第 2 のセレクタ 2 6 とを備えている。動き検出部 2 3 は第 1 および第 2 のセレクタ 2 5, 2 6 の出力を用いて動きベクトルの検出を行う。

【 0 0 6 1 】

また、ハフマン符号化部 1 5 から出力された符号データを一時的に格納するバッファメモリ 4 1 と、このバッファメモリ 4 1 に蓄えられた符号量をモニタする制御部としてのマイコン 4 2 とが設けられている。マイコン 4 2 はバッファ 4 1 に蓄えられた符号量に応じて、第 1 および第 2 のセレクタ 2 5, 2 6 の動作を選択制御信号 S L によって制御する。

【 0 0 6 2 】

すなわち、マイコン 4 2 は、バッファ 4 1 に貯まっているビットストリーム量から、ウェーブレット変換が必要か否かを判断する。そして、ウェーブレット変換が必要なときは、セレクタ 2 5, 2 6 の選択出力を、第 1 および第 2 のウェーブレット変換部 2 1, 2 2 から出力された縮小画像 R I 1, R I 2 に設定する。このとき、動き検出ブロック 2 0 B では、先の実施形態で述べたような、ウェーブレット変換を伴う動きベクトル検出が行われる。

【 0 0 6 3 】

一方、ウェーブレット変換が必要でないときは、マイコン 4 2 は、セレクタ 2 5, 2 6 の選択出力を、元の現画像 I 1 および参照画像 I 2 に設定する。このと

き、動き検出ブロック 2 0 B では、ウェーブレット変換を用いない動き検出が行われることになり、イントラ符号化の確率が高まり、符号量は多くなるが画質は高くなる。

【 0 0 6 4 】

さらに、ウェーブレット変換が必要でないときには、マイコン 4 2 は、メモリ 2 1 a, 2 2 a も含めてウェーブレット変換部 2 1, 2 2 の動作を停止させるのが好ましい。これにより、装置の消費電力を低減することができる。

【 0 0 6 5 】

< セレクタ制御の他の例 1 >

動き検出ブロック 2 0 B におけるセレクタ 2 5, 2 6 の選択制御は、装置外部から入力された選択制御信号によって行うように構成してもよい。この場合には、ユーザーが画像を見て、様々なシーンの状況に応じて、動き検出範囲を広くするか否かの判断をし、その判断に応じて、ウェーブレット変換の有無を設定することができる。例えばユーザーは、画像に変化が少ない場合（静止画に近い場合）は、広範囲な動きベクトル検索が不要なので、ウェーブレット変換が行われないうように、セレクタ 2 5, 2 6 が現画像 I 1 および参照画像 I 2 を選択するように制御する。逆に、画像の変化が大きい場合は広範囲な動きベクトル検索が必要なので、ウェーブレット変換が行われるように、セレクタ 2 5, 2 6 が縮小画像 R I 1, R I 2 を選択するように制御する。これにより、画像の変化が大きい場合は、第 1 の実施形態と同様に探索範囲を見かけ上拡大することができる一方で、画像の変化が小さく、探索範囲の拡大が不要な場合は、ウェーブレット変換による処理量を軽減することができる。

【 0 0 6 6 】

< セレクタ制御の他の例 2 >

また、動き検出ブロック 2 0 B におけるセレクタ 2 5, 2 6 の選択制御は、動き検出部 2 3 によって行うように構成してもよい。すなわち、セレクタ 2 5, 2 6 は初期状態では、現画像 I 1 および参照画像 I 2 を選択出力するように設定されており、これにより、動き検出部 2 3 は、ウェーブレット変換されていない元の現画像 I 1 と参照画像 I 2 を用いて動きベクトル検出を行う。

【 0 0 6 7 】

そして、探索範囲内で動きベクトルが検出されたときは、現画像 I 1 の動きは小さいと考えられるので、その動きベクトルが最終的な動きベクトル M V として動き補償部 1 9 に送られる。この場合、セレクタ 2 5, 2 6 は特に制御はなされない。

【 0 0 6 8 】

逆に、動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったときは、現画像 I 1 の動きが大きいと考えられるので、この場合は、動き検出部 2 3 がセレクタ 2 5, 2 6 の選択出力を切換制御して、第 1 および第 2 のウェーブレット変換部 2 1, 2 2 によって生成された第 1 および第 2 の縮小画像 R I 1, R I 2 が選択出力されるようにする。そして、この縮小画像 R I 1, R I 2 から新たに動きベクトルを求め、この動きベクトルを最終的な動きベクトル M V として動き補償部 1 9 に出力する。

【 0 0 6 9 】

このような構成により、装置内部において、様々なシーンの状況に応じて、動き検出範囲を広くするか否かの判断が、行われる。このため、外部からの制御が不要であり、システム単独で完結しているので、ハードウェアでのシステム設計に適している。

【 0 0 7 0 】

(第 4 の実施形態)

本発明の第 4 の実施形態では、動きベクトル検出において周波数変換を行うか否かを判断する際に、現画像よりも時間的に前の画像についての周波数変換の有無を検知し、これを加味するものである。本実施形態に係る画像符号化装置の構成は、基本的には図 1 と同様であるが、動き検出ブロック 2 0 の動作が異なる。

【 0 0 7 1 】

図 7 は本実施形態における動き検出ブロック 2 0 の動作を示すフローチャートである。図 7 では、図 4 のフローチャートにおいて、ステップ S 2 1 が追加されている。すなわち、動き検出の前処理として、現画像よりも時間的に前のフレームにおいて、動きベクトル検出の際にウェーブレット変換が行われたか否かを、

動き検出部 2 3 が検知する (S 2 1)。動き検出部 2 3 はステップ S 2 1 での判断のために、各フレームについて、ウェーブレット変換を指示したか否かを記憶しておく。

【 0 0 7 2 】

そして、前フレームでウェーブレット変換が行われていたときは (S 2 1 で Yes)、ステップ S 1 1, S 1 2 を飛ばしてステップ S 1 3 にすすみ、現画像においてもウェーブレット変換を行う。一方、前フレームでウェーブレット変換が行われていなかったときは、第 1 の実施形態と同様に、元の現画像で動きベクトル検出を行い (S 1 1)、動きベクトルが探索範囲内で検出されなかったときにステップ S 1 3 にすすみ、現画像についてウェーブレット変換を行う。以降の処理は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 7 3 】

このように、時間的に前の画像におけるウェーブレット変換の有無を、現画像についてウェーブレット変換をするか否かの判断にフィードバックすることによって、動きの激しいフレームが連続するような場合に、ウェーブレット変換の有無の処理判断を迅速化させることができる。

【 0 0 7 4 】

なお、上述の各実施形態では、縮小画像を求めるための周波数変換として、ウェーブレット変換を用いるものとしたが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば、プリフィルタ (タップ数には特に制限なし) など、他の周波数変換手法を用いてもよい。

【 0 0 7 5 】

【発明の効果】

以上のように本発明によると、周波数変換によって、動き検出を行う探索範囲が見かけ上広げられるので、シーンチェンジ等で画像の動きが大きい場合でも、動き検出のマッチング精度が向上し、画質が向上するとともに、動き検出を断念して符号量が大きいイントラ符号化を行う確率が大幅に低下する。したがって、高画質を保ちつつ低ビットレートでの符号化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

ウェーブレット変換を説明するための図である。

【図 3】

ウェーブレット変換の繰り返しによる効果を説明するための図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施形態における動き検出ブロックの動作を示すフローチャートである。

【図 5】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図 6】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】

本発明の第 4 の実施形態における動き検出ブロックの動作を示すフローチャートである。

【図 8】

従来の画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】

フレーム予測符号化を説明するための図である。

【符号の説明】

1 3 D C T 部

1 4 量子化部

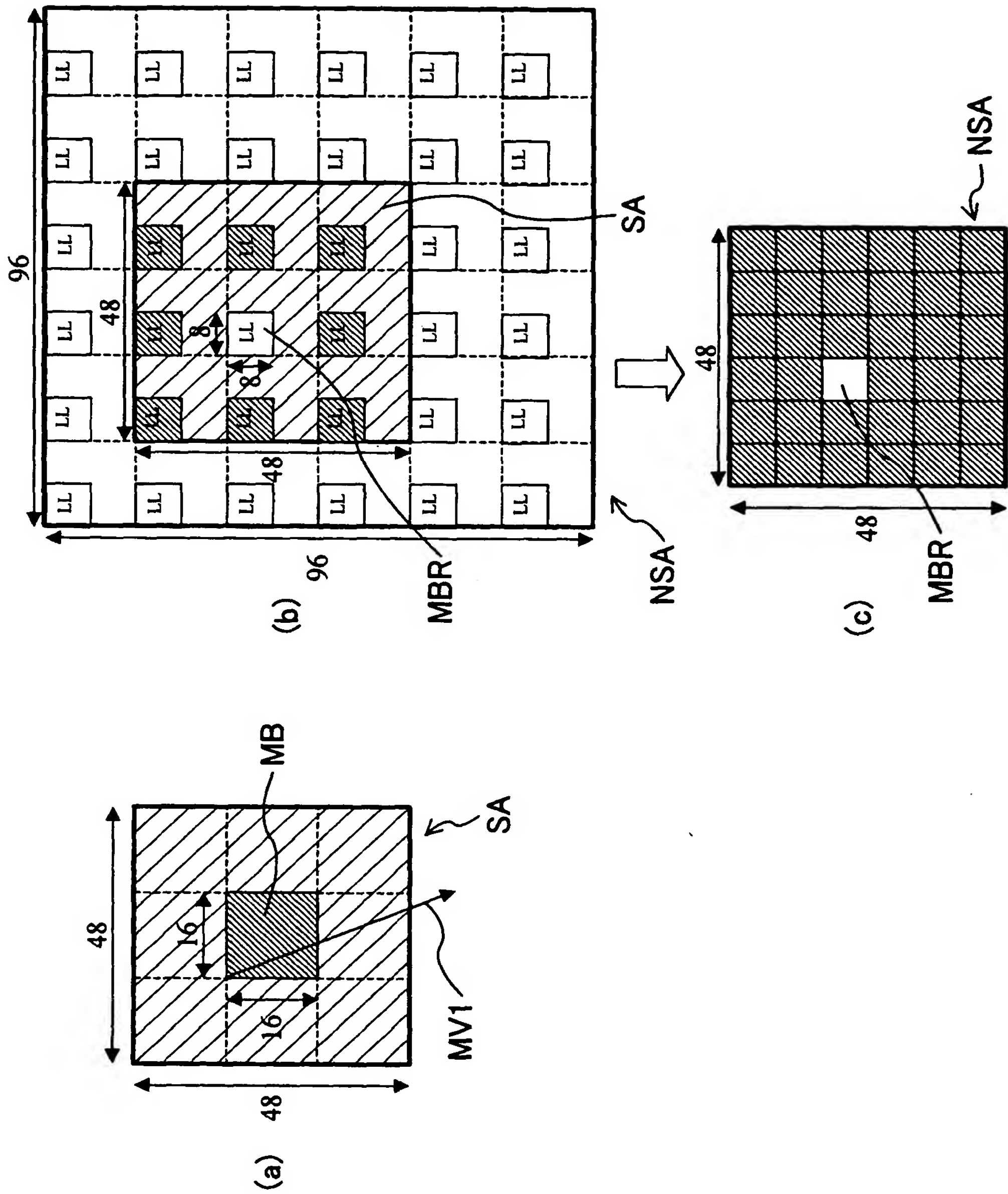
1 5 ハフマン符号化部

1 9 動き補償部

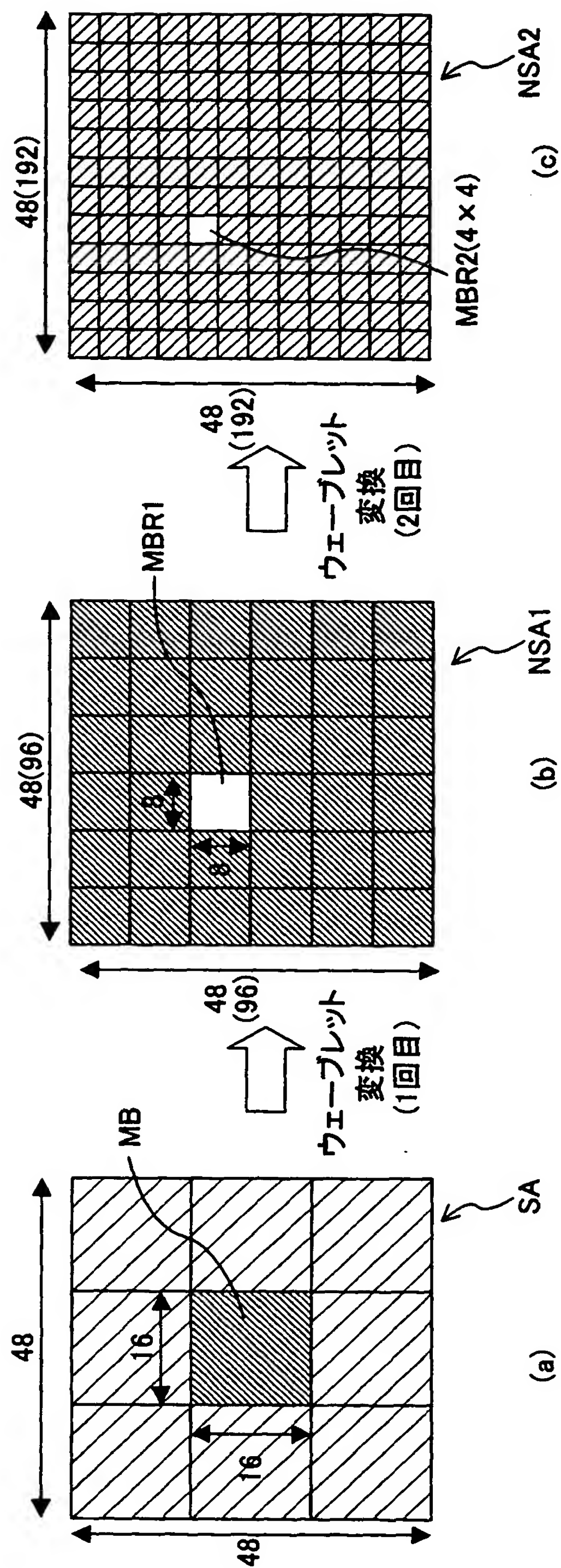
2 0, 2 0 A, 2 0 B 動き検出ブロック

- 2 1 第 1 のウェーブレット変換部 (第 1 の周波数変換部)
- 2 2 第 2 のウェーブレット変換部 (第 2 の周波数変換部)
- 2 3 動き検出部
- 2 4 カウンタ
- 2 5 第 1 のセレクタ
- 2 6 第 2 のセレクタ
- 3 1 ビットレートカウンタ
- 4 1 バッファメモリ
- 4 2 マイコン (制御部)
- I 1 現画像
- I 2 参照画像
- M V 動きベクトル
- R I 1 第 1 の縮小画像
- R I 2 第 2 の縮小画像
- U L 上限回数値

【図2】

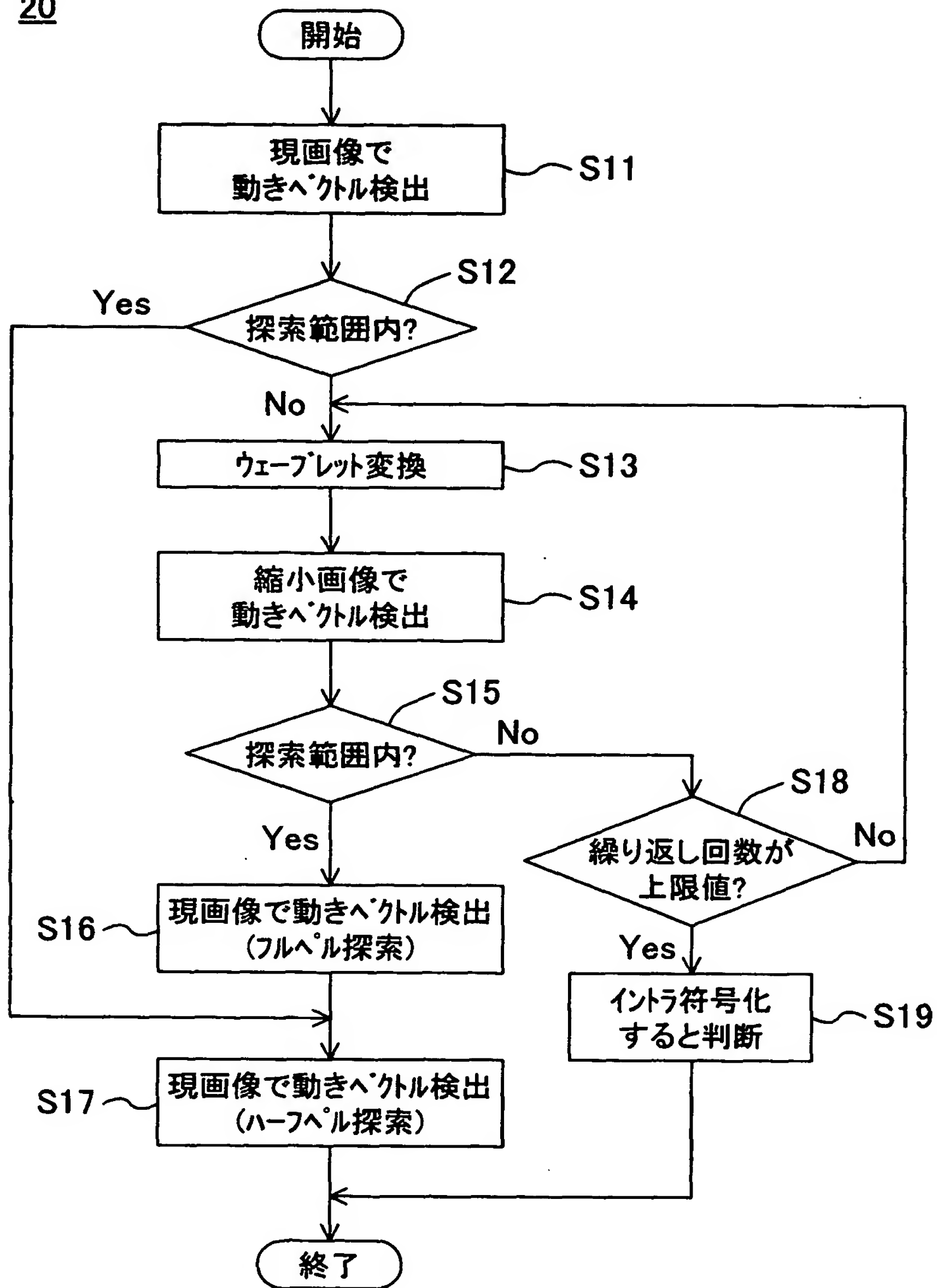


【図 3】

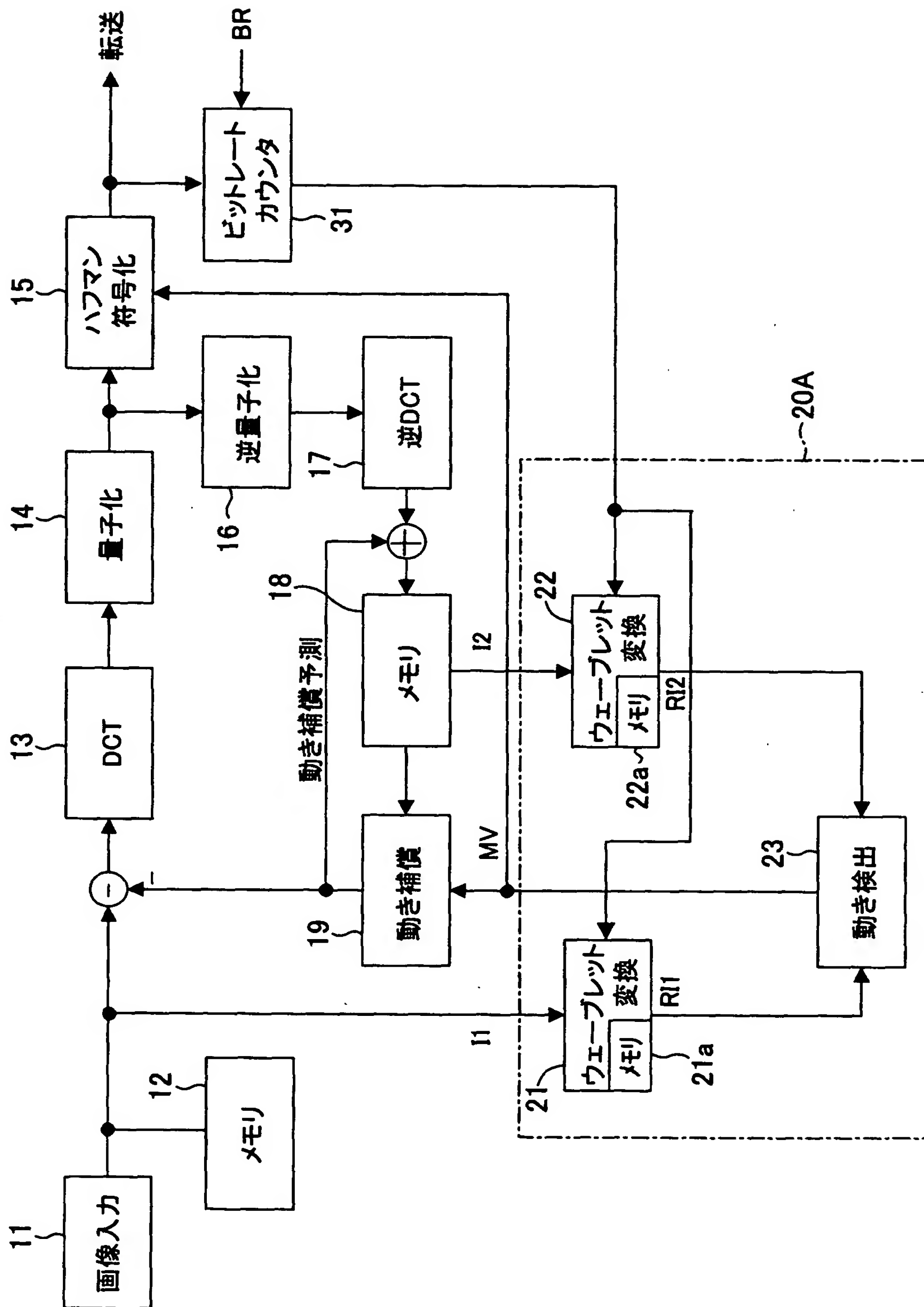


【図 4】

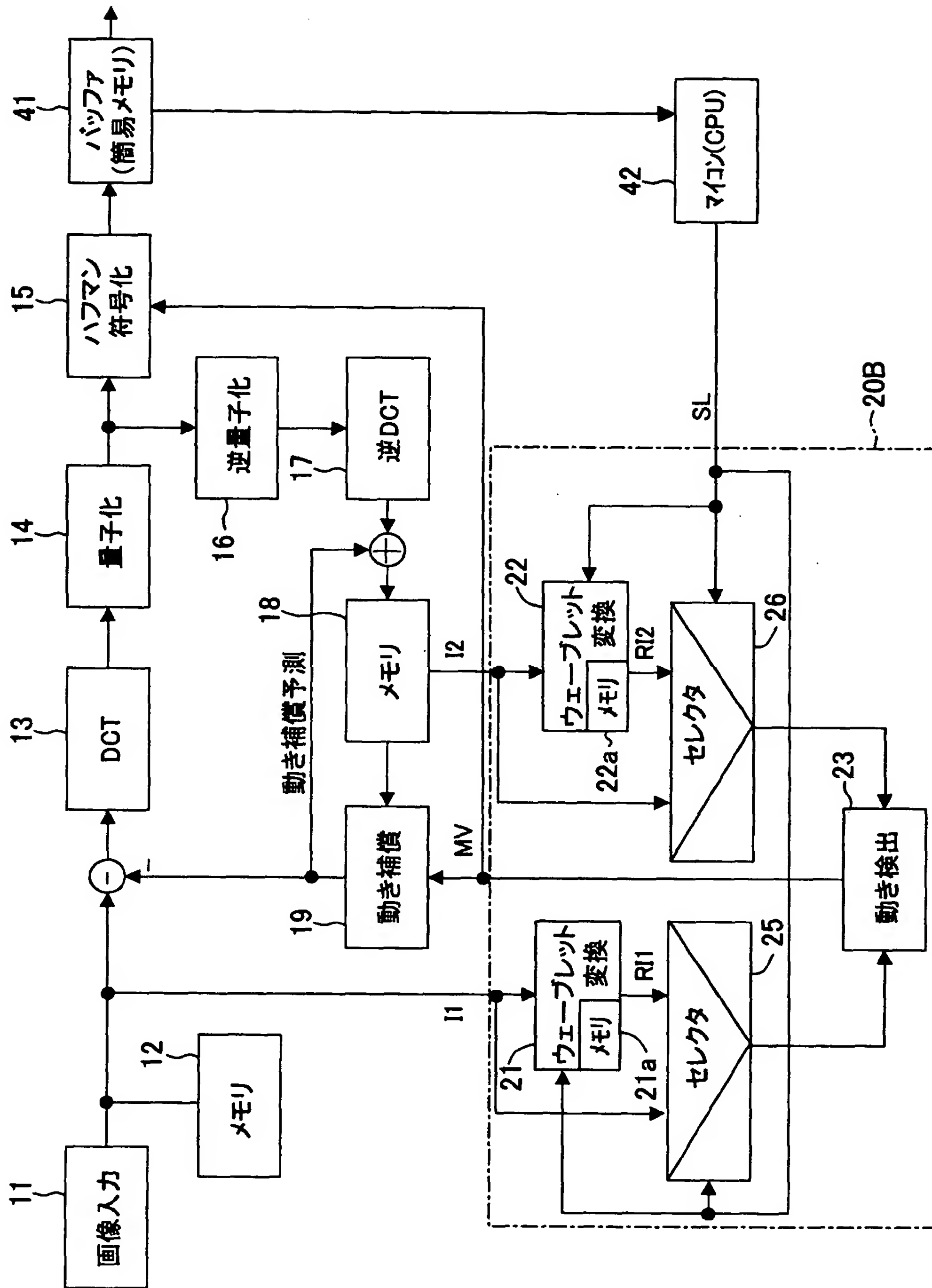
20



【図 5】

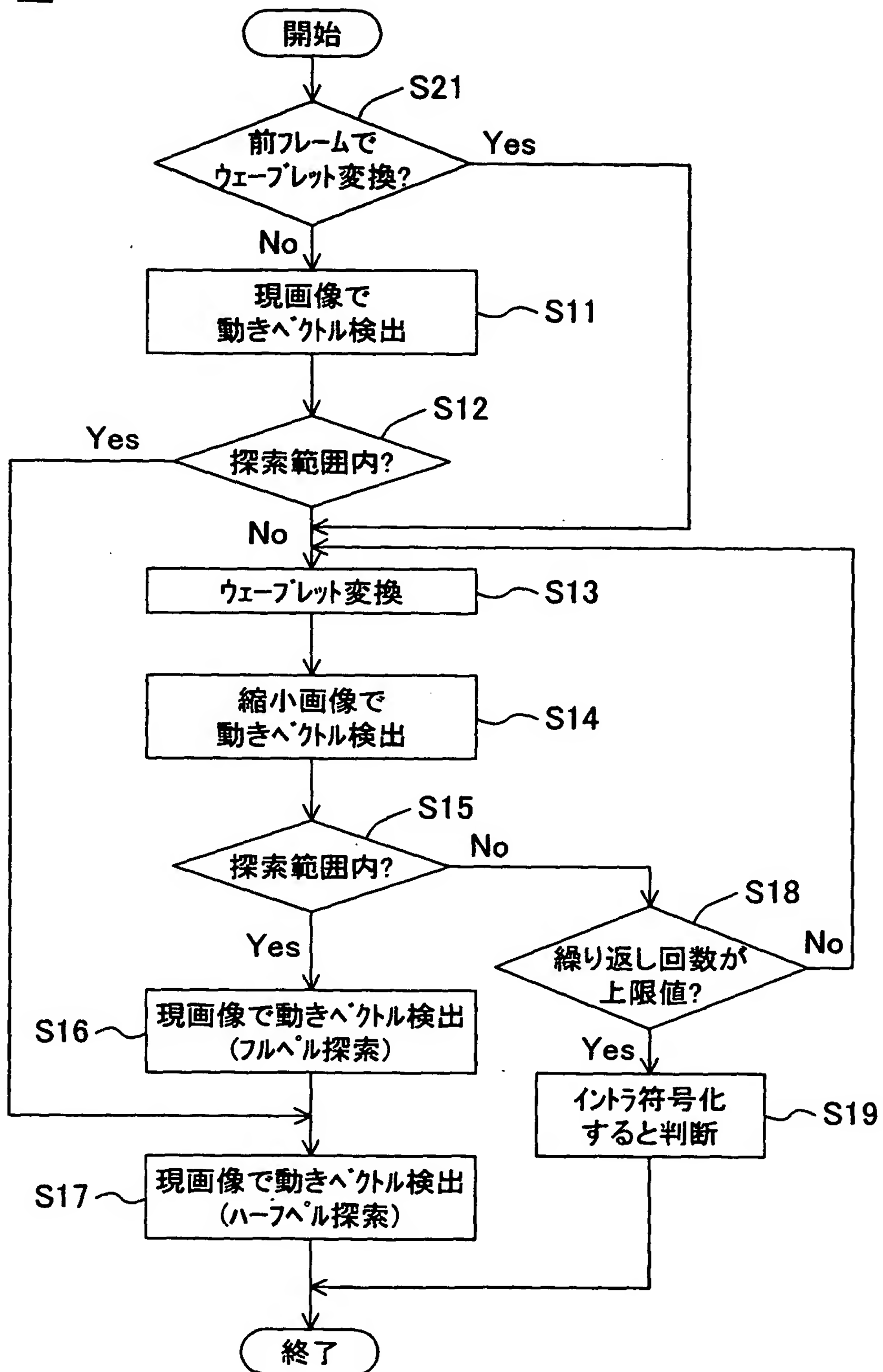


【图 6】

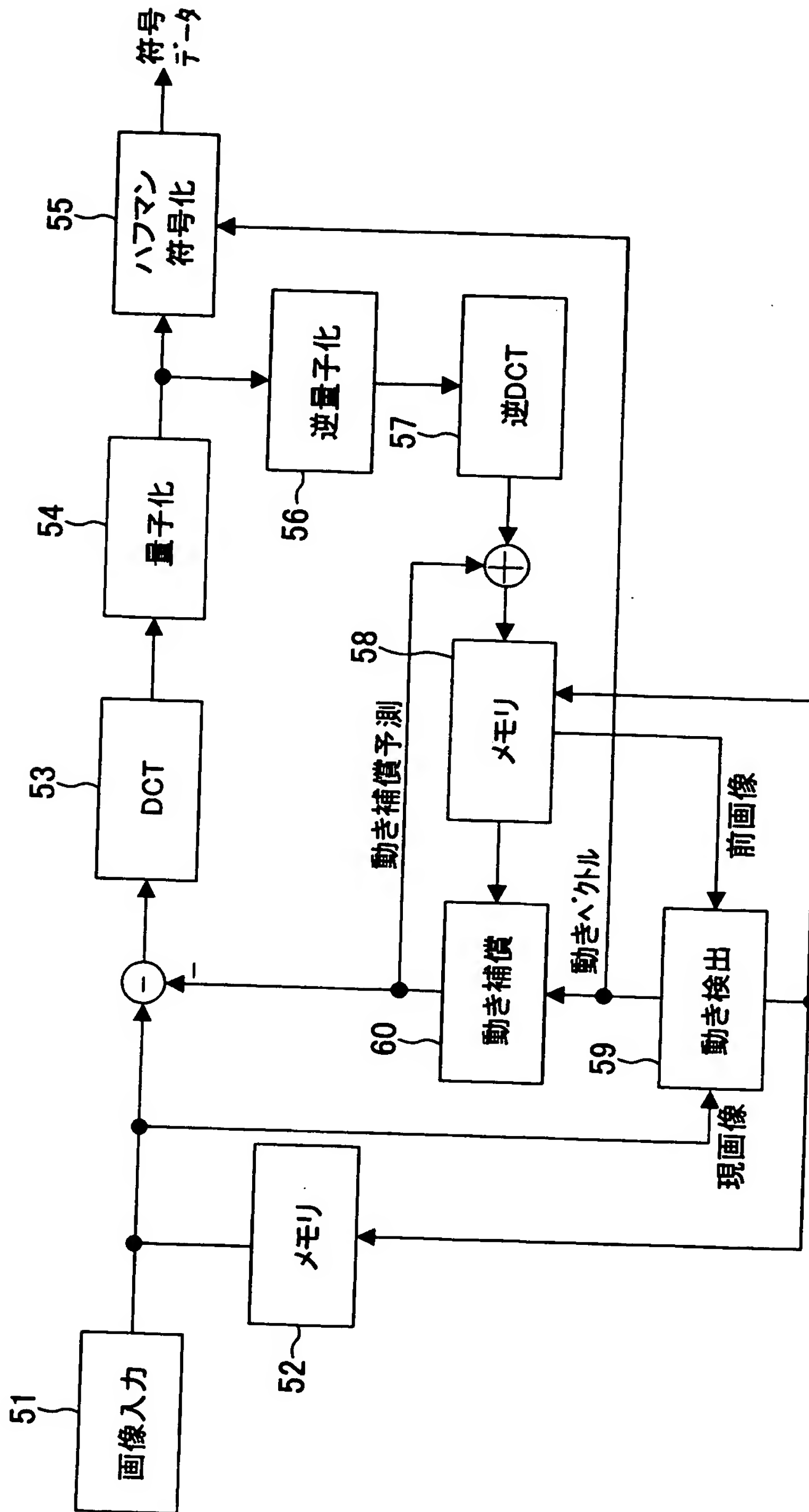


【図 7】

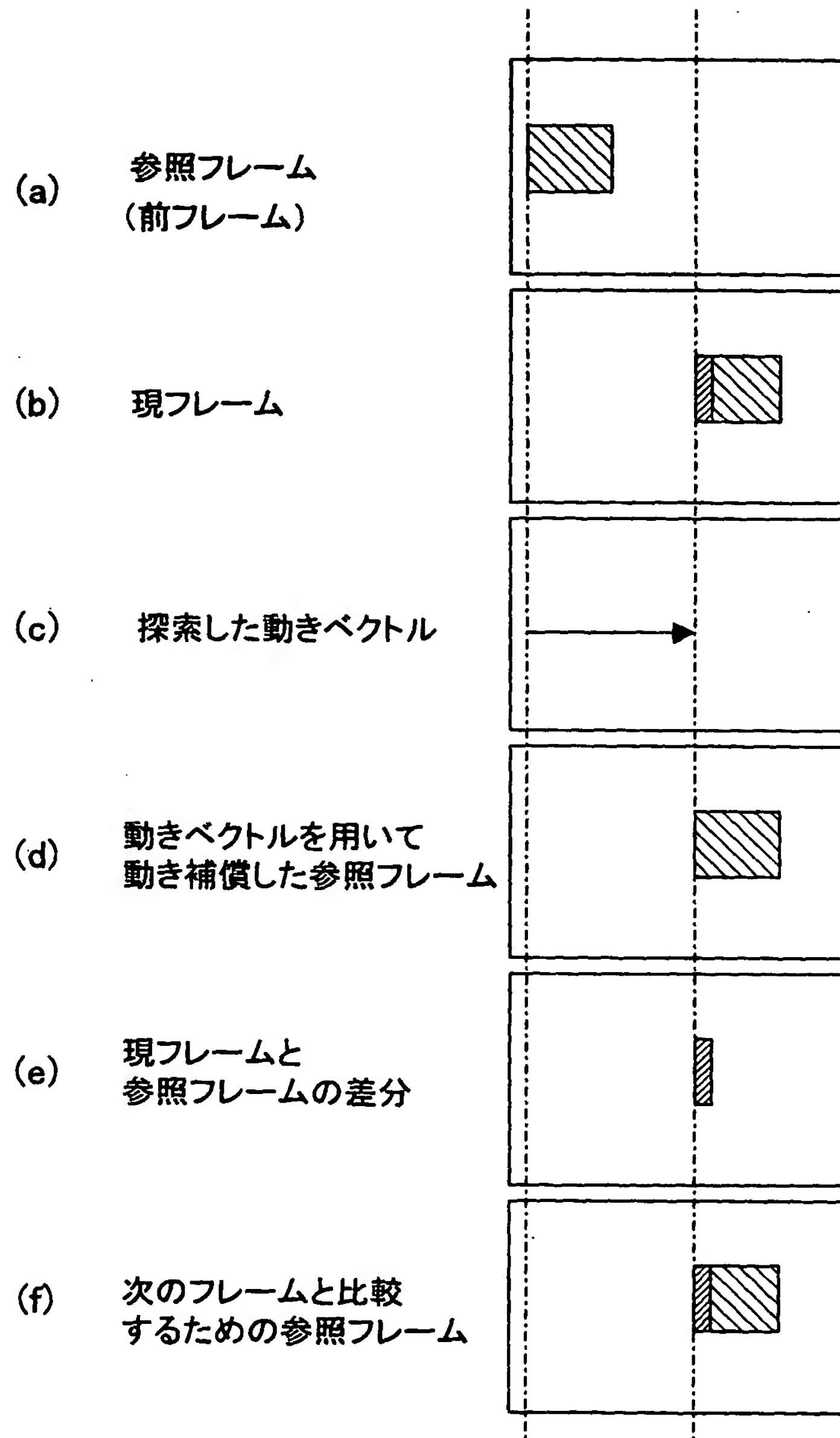
20



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動画像の画像符号化において、処理量の増大を抑制しつつ、動きベクトル検出のマッチング精度を向上させて、画質を低下させることなく符号化効率を向上させる。

【解決手段】 動き検出ブロック 2 0 は、現画像 I 1 および参照画像 I 2 をそれぞれ入力とするウェーブレット変換部 2 1, 2 2 を備えている。動き検出部 2 3 は、ウェーブレット変換部 2 1, 2 2 における変換によって生成された縮小画像 R I 1, R I 2 を用いて動きベクトル M V を検出する。これにより、同一の処理量で、動きベクトルの探索範囲を、見かけ上拡大することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社